

## 건축 시공 전문기술 해설

### 제 5 편 철근 콘크리트 공사

#### 1. Mass 콘크리트

##### 1.1 개요

단면이 큰 부재에 사용되는 콘크리트로서 보통 부재 단면의 최소치수가 80cm 이상이고 내부 최고 온도와 외기 온도의 차가 25℃ 이상으로 예상되는 경우를 매스콘크리트라 정의한다.

##### 1.2 문제점

- 1) 과도한 수화열 발생 (水和反應에 의한 發熱이 내부에 다량 축적)
- 2) 콘크리트 수축, 팽창에 의한 균열 발생 위험 (균열 원인 → 단면치수, 내외온도의 차, 형상, 배근 상태, 구속조건 등)

##### 1.3 대책

###### 1) 설계상의 대책

- (1) 최소 단면 치수를 적게 한다.
- (2) 단면 형상을 단순하게 한다.
- (3) 균열 방지를 위한 보강근의 계획을 한다.

###### 2) 재료상의 대책

- (1) 시멘트 : 수화열 작은 중용열 portland cement
- (2) 골재 : 조골재 최대치수 크게, 저온골재
- (3) 물 : 저온의 물, 얼음 병용
- (4) 혼화제 : 단위 시멘트량 감소위해 감수제, AE 감수제 이용

###### 3) 배합상의 대책

- (1) 단위 시멘트량을 감소 (수화열, 균열 방지)
- (2) 가능한 한 저온의 재료를 사용하며 비빔온도를 낮추게 한다.
- (3) 가능한 한 slump를 적게 한다.

###### 4) 시공상의 대책

- (1) 1회 타설 높이를 낮게 (0.7~2.0m) 한다.
- (2) 시방서 상 콘크리트 온도 상한치 25℃로써 그

이상 시 pipe cooling 실시 및 pre-cooling 실시 및 pre-cooling 실시 타설 온도 저하

- (3) 내부온도가 최고온도에 달한 후에 온도 강하를 가능한 서서히 함
- (4) 콘크리트 표면 온도가 급격히 냉각되지 않도록 하고, 내부와 표면부의 온도차를 작게 함.  
→ 최고온도 도달 후에도 form 해체 안하고, 온도 강하기에 외측에 적당한 보온 장치
- (5) 적당한 간격의 expansion 설치
- (6) 표면 건조위해 소정기간 습윤 상태 유지
- (7) 1회 타입구획의 최소단면을 적게 적당한 구획으로 나누어 타입 (수화열 감소 목적)

##### 1.4 맺음말

고강도 부재는 수십 톤의 긴장력으로 인장되어 있으므로 저장에너지가 크기 때문에 부주의 한 취급은 큰 파괴력을 일으키므로 운반, 조립 취급시 주의해야 한다.

건축 구조물에 PS콘크리트가 사용되는 예는 토목구조물에 비하여 많지 않으나, 대공간 구조물, 공업화 부재 (hollow core slab등) 등에 사용되고 있으며 앞으로 PS콘크리트에 의한 건축물 시공이 많아지리라 예상된다.

#### 2. 고강도 콘크리트

##### 2.1 개요

매년 증가하는 건축물의 수요에 대응하기 위해 공업화 部材에 대한 개발이 요구되고 건축물이 고층화, 대형화함에 따라 하중 경감은 경제적인 설계의 중요한 要點이 되었다. 이와 같이 RC건축물이 고층화 함에 따라 하중경감을 위해 필수적인 요소가 콘크리트의 고강도화에 있다.

**2.2 고강도 콘크리트의 정의**

- 대한건축학회 "철근콘크리트 구조계산 기준 및 해설"
- 28일 압축강도 300kg/cm<sup>2</sup> 이상의 콘크리트
  - 고강도 concrete : 400 ~ 800kg/cm<sup>2</sup>
  - 초고강도 concrete : 800 ~ 1,000kg/cm<sup>2</sup> 이상

**2.3 설계·시공계획상 주의사항**

- 1) 실제의 응력, 변형이 분명하지 않은 복잡한 형상의 설계를 피한다.
- 2) 부재 단면의 표준화, 단순화에 노력
- 3) 부재 단면 산정시 피복두께, 유효층, 철근위치, 이음 등 고려
- (4) 콘크리트 충전성에 유의하여 철근 배치 결정
- (5) 설계시 시공방법에 대해서 충분히 고려

**2.4 특성**

- 1) 장점 - 압축강도의 증대로
  - (1) 長 span
  - (2) 부재 경량화
  - (3) 단면축소
  - (4) 화학작용에 대한 내구성 증대
- 2) 단점
  - (1) 강도 발현에 변동이 크다.
  - (2) 시공방법과 타설 방법에 따라 품질변동이 크다.
  - (3) 내화성에 단점이 있다.
  - (4) 인장·휨·전단강도는 그렇게 크게 되지 않는다.

**2.5 제조방법**

- 1) 결합재의 개선
  - 고성능 감수제 사용
  - 고분자 재료 사용

polymer cement concrete resin concrete  
polymer impregnated concrete
- 2) 활성골재의 이용
 

alumina cement clinker  
portland cement clinker
- 3) 다짐 방법의 개선
 

원심력 다짐, 가압다짐, 가압진동다짐, 초고주파진동다짐, 진공탈수
- 4) 양생 방법의 개선
 

autoclave 양생
- 5) 보강재 이용 - 섬유보강

**2.6 사용 예**

- PS 콘크리트 말뚝
- concrete 널말뚝
- PS concrete truss 교

**2.7 전망**

- 강도에 맞는 고장력강의 개발
  - 이음 등 보강 방법의 개선
  - 경제성
- } 등이 해결되어야  
실용화 가능

**3. 유동화 콘크리트**

**3.1 개요**

콘크리트 구조물의 균열감소 및 내구성의 향상을 도모하기 위해서는 단위수량이 적은 된비빔 콘크리트를 밀실하게 타입하는 것이 필요하다. 그러나 최근 콘크리트 pump 공법의 보급과 골재의 품질저하는 콘크리트의 묽은 비빔화, 부 배합화의 경향을 보이고 있어 직·간접으로 균열의 발생을 조장하는 요인이 되고 있다. 여기서 된비빔 콘크리트에 가까운 품질을 갖고 시공성이 용이한 유동화 콘크리트가 요구된다.

流動化劑라 불리는 分散性能이 높은 混和劑를 혼입하여 된비빔 콘크리트의 품질을 유지한 채 유동성을 일시 증대시킨 것, 다시 말하면 slump가 큰 콘크리트로 한 것이다.

**3.2 특성**

- 1) 시멘트의 분사성 도모
- 2) 시공성의 손상 없이 물시멘트비, 단위 시멘트량 감소 가능으로
- 3) 높은 강도, 내구성, 수밀성 등을 갖는 고품질의 con'c 구현
- 4) 유동화제 효과 : 60분, 시간이 지나면 slump 회복

**3.3 유동화제**

- 1) 요구되는 성능
  - (1) 높은 시멘트 입자 분산작용에 의해 cement paste의 유동성을 현저히 높인다.
  - (2) 콘크리트의 이송, 응결지연, 경화불량, 과잉 공기량 등을 발생하지 않는 성질
  - (3) 소위 고성능 감수제에 속하며, 고성능 감수제의 감수효과를 비빔후의 유동성 증가에 이용

2) 주성분

메라민 설편산염 축합물 또는 나프탈렌 설편 산염 축합물

3.4 시공상의 유의사항

아직 사용 경험이 미흡하고 표준적인 기준도 없는 상태로 베이스 콘크리트 의 품질 변동에 유동화 공정에 의한 품질변동이 가해지기 때문에 면밀한 품질관리와 시공관리가 요구됨

- 1) maker와 제조, 타설, 다짐방법을 충분히 협의할 것
- 2) 유동화제 첨가관리 및 첨가 후 콘크리트 관리(타설 시간, slump) 철저 (첨가 후 조속히 타설해야 함)
- 3) 콘크리트 운반차의 대기시간을 최소화하고, 적재량을 일정하게 하여 유동화제 첨가량을 일정하게 관리
- 4) cold joint 방지 위해 연속 타설한다.
- 5) 다짐 철저

3.5 제조방법

- 1) 레미콘 공장에서 유동화제 첨가, 비빔
- 2) 레미콘 공장에서 레미콘 차에 유동화제 투입
- 3) 현장(현장 입구에 gate설치, 자동계량투입장치 이용)에서 레미콘 차에 유동화제 투입 → 일반적

3.6 땀음말

우리나라 건축공사에서는 종래로부터 slump 21cm 정도의 묽은 비빔 콘크리트가 주류를 이루고 시공도 거푸집 속으로 유입 시키는 방식을 취하고 있는데, 콘크리트 구조물의 균열감소 및 내구성향을 도모하기 위하여 지양해야 된다. 이에 시공성 개선 및 품질개선의 측면에서 유동화 콘크리트의 시공이 바람직하다고 볼 수 있겠다.

4. 콘크리트 운반, 타설, 양생

4.1 서언

콘크리트 운반은 재료분리, 품질의 변화가 될 수 있는 한없도록 행하고 타설 다짐은 콘크리트가 균질하고 더욱 밀실하게 충전되도록 행한다.

4.2 운반, 타설 전 점검사항

- 1) 운반, 타설 방법과 기계, 기구
- 2) 노무조직
- 3) 비빔개시부터 타설 완료시 까지 시간의 한도

- 4) 타설 구획별 타설 순서
- 5) 1시간당 타설량
- 6) 품질이 변화한 콘크리트에 대한 조치

4.3 타설까지 품질변화의 한도

콘크리트 pump에 의한 압송의 경우, 품질변화가 크므로 품질변화량을 다음 한도 이내로 한다.

- slump - 약 2cm 이내
- 공기량 - 1.0% 이내
- 경량콘크리트 단위용적중량 - 3.5% 이내

4.4 이어치기

이어치기 장소는 구조내력, 내구성, 누수 등의 결함이 생기기 쉬우므로 콘크리트가 일체가 되도록 처리한다.

1) 이어치기 장소

- (1) 보, 바닥, 지붕 slab : 전단력이 적은 span의 중앙부에 수직
- (2) 기둥, 벽 : slab상부 또는 기초상부에 수평으로

2) 주의사항

이어치기 면은 bleeding 현상에 의해 생기는 laitance 등을 wire brush 등으로 깨끗이 청소하고, 수직되도록 한다.

4.5 타설

배근, 거푸집, 배관, 매입물 등을 타설 전에 점검, 검사하고, 거푸집을 청소하고 배수하여 준비시킨다.

( 단, 한중 공사시 동결의 위험이 있을 때 배수해서는 안된다.)

1) 타설시 주의 사항

- (1) 먼 구획부터, 수평이 되도록 타설
- (2) 타설시 철근 파이프류, 나무벽돌 등이 이동되지 않도록 주의
- (3) 1m이상 높은 곳에서 낙하시켜 타설하면 안됨
- (4) 이어치기 시간간격(1종 기준) (cold joint 방지 위해)
  - 25℃ 이상 : 2시간 이내
  - 25℃ 미만 : 2.5시간 이내
- (5) 다짐은 충분히, 같은 정도로 한다.
- (6) 기둥 - 단면이 클 때 수개 층으로 나누어 타설, 다지면서 서서히 타설
- (7) 보 - 양단에서 중앙으로 향하여 타설
- (8) slab - 먼 곳부터, 수평이 되도록
- (9) 기둥 콘크리트 타설 후 보, slab 콘크리트 타설
- (10) 수평 이어치기 면 - laitance 제거, 1:3 모르타르

바른 다음 이어치기

- (11) 계단 - 하단에서 상단으로 타설
- (12) concrete pump로 타설시 측압이 크므로 충분히 고려

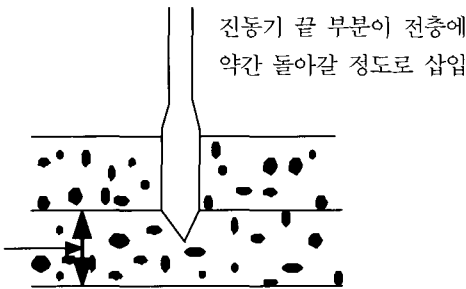
**4.6 다짐**

- (1) 1種의 시공 - 45mm이상, 봉상 진동기 (일반 고급 콘크리트, slump 18cm이하)
- (2) 2種의 시공 - 봉상진동기 또는 다짐봉

**1) 진동기 종류**

- (1) 내진형 진동기 - 봉상 진동기,  $\phi 27, 45, 60\text{mm}$
- (2) 외진형 진동기 - 거푸집 진동기
- (3) 표면형 진동기 - 표면 진동기

**2) 사용상 주의사항**



- (1) 봉상 진동기는 부어넣는 층마다 사용, 수직방향, 일정한 간격(60cm), 적정시간(30~40초)
- (2) 1회 콘크리트 타설높이는 진동봉 길이 이하
- (3) 서서히 뽑아내어 구멍이 남지 않게
- (4) 철근 거푸집에 직접진동 피한다.
- (5) 1일 부어넣기 20㎡마다 1대꼴로 준비
- (6) 굳기 시작한 콘크리트에 진동을 주어서는 안된다.

**4.7 양생**

콘크리트 타설 후 5일간 이상 살수하여 습윤상태 유지, 직사광선, 급격한 건조, 한기에 대한 적당한 양생용(sheet, 먼포, 모래)하여 콘크리트 온도를 2℃이상 유지

**1) 종류**

- (1) 습윤보양 : 살수, 수중 보양
- (2) 증기보양 : 거푸집을 빨리 제거하고, 단시일에 소요강도 발현을 목적으로 한다.
- (3) 전기보양 : 한중콘크리트에 사용
- (4) 피막보양 : membrane curing agent 사용, 포장 콘크리트

**5. 콘크리트 비파괴 검사의 원리와 방법**

**5.1 개요**

기계적, 음향적 방법을 써서 concrete의 物性과 품질을 조사하는 것으로 concrete의 압축강도( $f_c$ ), 탄성계수(E)의 추정, 결합의 유무·균열·철근 탐사를 한다.

**5.2 각종 검사법의 원리와 방법**

**1) 반발경도법(표면경도법)**

**1) 개요**

반발경도법을 schumit hammer법이라고도 하며, 측정이 용이하고 구조물에 손상을 주지 않기 때문에 널리 보급되어 있다. 기종에는 N, L, M, P, PT형 등이 있는데 보통 콘크리트에서는 N형 hammer가 사용됨.

**2) 시험방법**

콘크리트 표면에 접촉되어 있는 metal plunger (돌진자)에 질량-스프링계가 충돌한 뒤에 튀어 오르는 반발 높이로써 (R) 경도를 측정

기준경도  $R_0 = \text{측정경도 } R + \Delta R(\text{보정치})$

- (1) 측정위치 : 기둥, 벽, 보 측면
- (2) 사용제한 위치 : 부재 두께 10cm 이하, 모서리
- (3) 측정 point 수 : 가로 5개, 세로 4개의 줄 간격 3cm의 교점 20점에 대하여 측정
- (4) 측정경도  $R_0$ 에서 압축강도를 추정

**3) 장·단점**

- (1) 장점
  - ① 구조가 간단해서 사용이 편리
  - ② 비용이 저렴
  - ③ 강도가 큰 경우 오차가 작음
- (2) 단점
  - ① 표면부분만 강도를 측정
  - ② 타설 후 3~90일에만 가능
  - ③ 습도·거칠기 등의 영향을 받음

**2) 초음파법**

20kHz 이상의 초음파의 종파 pulse를 콘크리트 중에 방사하여 그 전달시간  $t$ 로부터 얻어진 전달속도  $V_c(=L/t, L: \text{전달거리})$ 로서, 콘크리트의 품질 또는 품질 편차를 평가하는 방법

**(1) 장점**

- ① 내부의 콘크리트 강도도 측정할 수 있다.

- ② 타설 후 6~9시간만 지나면 항상 측정이 가능
- ③ 비용이 저렴
- ④ 강도가 작은 경우에는 오차가 작다

(2) 단점

- ① 철근 영향이 크다.
- ② 강도나 속도의 관계식이 요구된다. (오차 ± 15% 이내)

3) 병용법

두 종류 이상의 비파괴검사 방법을 병용하는 방법으로 실용화되어 있는 것은 음속 및 반발경도의 병용이다.

- (1) 장점 : 강도 추정 정밀도가 좋다.
- (2) 단점 : 모든 콘크리트에 적용 가능한 일반적인 추정식을 얻는 것은 곤란하다.

4) 인발법

표면에 정착된 원반의 인발력에 의한 pull-off 법

- pull out 법 : ASTM규정, 매입철물을 미리 매설
- anchor 법 : 매입철물 나중에 설치

5) break off 법

원주상 slit에 휩모멘트를 작용시켜 표면에서 7cm 깊이의 휩강도로부터 압축강도를 추정 내부탐사를 위한 비파괴 검사

6) 기타

방사선, 탄성파(공진법), 전자파(철근탐사법)에 의한 비파괴시험방법이 있다 .

5.3 결론

비파괴 검사법에 의한 구조물 강도 추정에 있어서의 문제점은 추정정밀도이다. 앞으로 타 분야와의 적극적인 공동연구를 통해 콘크리트의 강도와 내부탐사의 精度를 높일 수 있는 고성능 검사 장비를 개발하는 것이 필요하다.

신 간 안 내

탑다운(Top Down) 공법은 굴착공사 이전에 지하외부 벽체와 지하층 기둥을 선시공한 후, 단계별로 지하층 슬래브와 토공사를 위에서 아래로 반복해 가면서 지하구조물을 형성하는 공법으로, 국내에 도입된지 17년이란 기간이 지났음에도 불구하고, 아직까지 시공 전반에 걸쳐 구체적인 이론이나 내용이 정립되지 않은 공법이다. 따라서 이 책은 탑다운 공법을 적용하는 현장에 있어서 설계, 시공, 감리 및 관련자들의 업무에 필수적이며 일종의 가이드 역할인 도서가 될 것이다.

- 책 명 : 탑다운 공법시공
- 책 형 : B5 / 354pp
- 저 자 : 이동희
- 발 행 : 도서출판 기문당
- 정 가 : 18,000
- 저자소개 : 이 동 희  
성균관대학교 건축공학과 졸업  
1983. 12 ~ 2001. 03. 두산건설 근무

**최 인 성** 감수  
명지대학교 공과대학 건축학부 교수/공학박사  
사단법인 한국건축시공학회 회장

